

ANÁLISE DA TEMPERATURA FILETE A FILETE NO ROSQUEAMENTO INTERNO POR MACHOS DE CORTE

R. F. A. Souza^a,
P.I.A. Vianello^a,
M.B. Da Silva^b,
I.C. Pereira^a

^a Universidade Federal de Ouro Preto - Brazil

^b Universidade Federal de Uberlândia - Brazil

Contact Information
assisrenansouza@gmail.com

ABSTRACT

Among the manufacturing processes, threading stands out, as it can be accomplished by machining or by forming. This process is responsible for the creation of internal and external threads, which has great applicability in production lines. Due to the market's great competitiveness, methods are sought to increase production by decreasing the time of each unit process. However, tapping is usually performed at low cutting speeds due to limitations related to the manufacturing process. The study of the tapping can bring benefits, such as the reduction of wear mechanisms, resulting in an increase in tool life. In this research, the temperature was measured from fillet to fillet in the conical part of the tool, varying the cutting speed and the number of fillets. The tap used is, M 10 x 1.5 HSS, uncoated in threading process for internal thread production in SAE 1045. To analyze the temperature was used the tool-workpiece thermocouple method on each fillet of the tap. The cutting speeds used were 10 and 25m / min. From the second fillet on the temperature is constant, even with the increase in the number of fillets, as expected.

Keywords: Temperature, Tapping, tool-workpiece thermocouple.

INTRODUÇÃO

O método de fixação por parafuso é largamente utilizado no meio industrial, sendo, muitas vezes, a opção mais vantajosa para o acoplamento de duas peças, impossibilitando a movimentação dos corpos parafusados e evitando folgas indesejáveis. Para a fabricação das roscas são necessárias operações de usinagem ou de conformação mecânica.

Um dos métodos mais comuns, para a fabricação de roscas, é o rosqueamento interno com o auxílio de um macho. Porém esse método causa um desgaste acelerado do macho, mais especificamente dos dentes da ferramenta. [1]

Um dos maiores inconvenientes que acelera o desgaste da ferramenta é o aumento da temperatura. Durante o processo de usinagem, boa parte da energia mecânica é transformada em energia térmica, que como consequência, baixa a resistência mecânica de ambos os materiais – peça e ferramenta – provocando uma diminuição da vida útil da ferramenta. Esse fato provoca a necessidade do controle dos processos, principalmente da temperatura máxima alcançada durante a remoção de material.

1.1 ROSQUEAMENTO

O rosqueamento pode ser definido como um processo mecânico, de usinagem ou conformação, destinado à obtenção de filetes de rosca, por meio da abertura de um ou vários sulcos helicoidais de passo uniforme, em superfícies cilíndricas ou cônicas de revolução. [2]

O rosqueamento realizado para a obtenção de roscas fêmeas é chamado de rosqueamento interno. As ferramentas utilizadas podem ser de perfil único, perfil múltiplo, por macho e por fresa, para a obtenção de superfícies internas cônicas ou cilíndricas. O rosqueamento interno com machos é o mais empregado nas operações de rosqueamento interno e o analisado neste trabalho. [2]

Segundo Freire (1976), o macho é a ferramenta que possui filetes externos e rasgos longitudinais, originando o aparecimento de arestas cortantes e sulcos necessários para a remoção dos cavacos. Durante o rosqueamento, uma série de esforços surgem nas direções radial, axial e tangencial em cada dente ativo, sendo assim, susceptível o aumento da temperatura nos mesmos. [3]

1.2 TERMOPAR FERRAMENTA/PEÇA

Um dos principais motivos para que se monitore a temperatura na interface de corte é o desgaste das ferramentas de corte, provocado pelas altas temperaturas, durante os processos de usinagem. [4]

Os termopares são dispositivos com larga aplicação para medição de temperatura. Podem medir uma vasta gama de temperatura, possuem erro de medição relativamente pequeno e de baixo custo, o que torna sua utilização muito viável [1].

Um dos métodos para a medição da temperatura na interface cavaco/ferramenta é o método termopar ferramenta/peça, desenvolvido por Gottwein.[5]. O funcionamento ocorre pelo contato da ferramenta com a peça. Uma vez que há contato na tal interface e os materiais envolvidos são de propriedades diferentes, é gerada uma diferença de potencial. Tal interface é tratada como uma junta quente. Essa junta quente é feita através da ligação da ferramenta e da peça por meio de fios e que são ligados no aparelho de medição de diferença de potencial (junta fria). O valor da diferença de potencial encontrado pode ser convertido no valor da temperatura.

METODOLOGIA

Para o corpo de prova foi utilizado o aço SAE 1045, de dimensões 45 x 45 x 25,4mm. O aço SAE 1045 genérico, possui as propriedades conforme a Tabela (1).

Tabela 1. Propriedades do aço SAE 1045. [6].

Composição química	0,43 - 0,50% C; 0,15 - 0,35% Si; 0,60 - 0,90% Mn; Max 0,4% P; Max 0,05% S; 0,10 - 0,20% Cr
Tensão de escoamento (MPa)	681
Tensão de ruptura (MPa)	804

Para a realização dos testes, foram usados as seguintes máquinas e equipamentos:

- Centro de usinagem D600 ROMI;
- Unidade de aquisição, comutação e registro de dados Keysight Technologies® modelo 34970A comandado por computador pelo software Agilent BenchLink Data Logger Pro;
- Fios de cobre de pequeno diâmetro;
- As ferramentas utilizadas foram brocas e machos de corte, sendo uma broca de aço rápido 8,5 de diâmetro da OSG para a furação e os machos de corte OSG 250/1 com ponta helicoidal DIN 371 M 10 x 1.5 6H HSS sem revestimento para o rosqueamento.

Os machos de corte utilizados possuem 5 filetes na parte cônica, seguidos pela parte alisadora. Para estudar a influência da temperatura em cada filete foi necessário retirar os filetes subsequentes da parte cônica e alisadora até que se obtenha uma ferramenta com cinco filetes, conforme a Figura (1) [7]. Para a retirada dos filetes de dentes da parte alisadora bem

como da parte cônica do macho foi usado uma retifica manual.



Figura 1. Machos de corte modificados filete a filete

A montagem do sistema termopar ferramenta-peça é mostrada na Figura (2), onde os fios de cobre foram conectados na ferramenta através de um suporte e no corpo de prova.

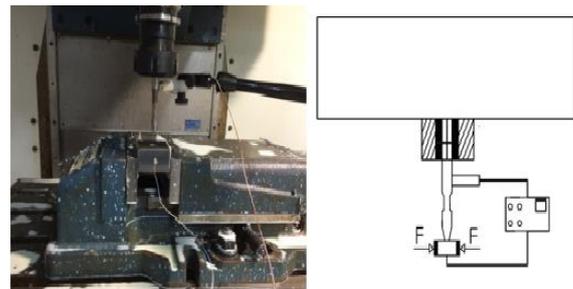


Figura 2. Montagem do sistema termopar ferramenta-peça

Para garantir o contato contínuo da ferramenta com o fio de cobre, foi usado um pino. Esse pino foi produzido através de uma ferramenta de mesma especificação das ferramentas utilizadas nos testes. Com a ajuda de uma base magnética fixada junto ao centro de usinagem, o pino permaneceu imóvel durante o movimento de rotação da ferramenta e deslocamento vertical do CNC.

Os dados foram adquiridos a uma taxa de 10Hz desde o início do rosqueamento até o retorno da ferramenta. Duas placas de Tecnil foram posicionadas uma de cada lado do corpo de prova, uma bucha que envolve a ferramenta e uma placa de borracha posicionada abaixo do corpo de prova, foram utilizados como isolantes. Não houve utilização de fluido de corte.

Os testes foram realizados com velocidades de corte de 10 m/min.

A curva tensão por temperatura foi traçada para que os valores adquiridos de tensão fossem convertidos em temperatura. A calibração do termopar ferramenta-peça foi realizada com o auxílio de um maçarico de oxiacetileno. A montagem do sistema de calibração foi realizada no centro de usinagem, onde foram utilizados fios de cobre para aquisição da diferença de potencial, fixados nas duas extremidades, termopares do tipo K para a aquisição da temperatura em paralelo com a diferença de potencial. O termopar do tipo K ligado à peça, apenas registra que não há variação de temperatura na

extremidade da mesma, garantindo que todo o sinal de tensão está representando a temperatura medida no contato.

Para a calibração, foi utilizado um pino de mesmo material da peça, que foi introduzido entre a ferramenta e a peça. Esse pino foi aquecido com um maçarico oxiacetileno, esse aquecimento gera um sinal de temperatura captado pelo termopar tipo K e um de tensão, a relação entre eles gera a curva de calibração temperatura por tensão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os valores obtidos, foi traçado a equação que relaciona a temperatura e a diferença de potencial, como mostrado na Figura (3).

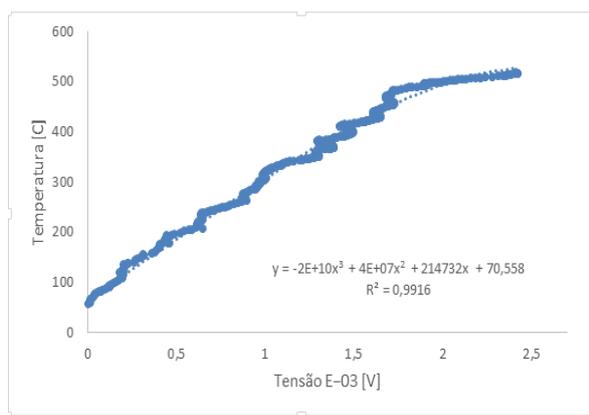


Figura 3. Curva de calibração do sistema termopar Ferramenta/Peça.

Esse gráfico foi utilizado para efetuar as conversões dos valores obtidos de tensão para valores de temperatura. O gráfico obtido apresenta grande confiabilidade, pois o R^2 encontrado está muito próximo de 1,0. A temperatura máxima de calibração está acima da temperatura que era esperada para os ensaios. O que foi confirmado com a conversão.

A partir dos valores de tensão obtidos foram traçados os gráficos de temperatura para cada filete. Houve pouca dispersão entre os resultados o que corrobora para a confiabilidade dos resultados. A Fig. (4) mostra a tensão medida nos testes com o macho de 3 filetes.

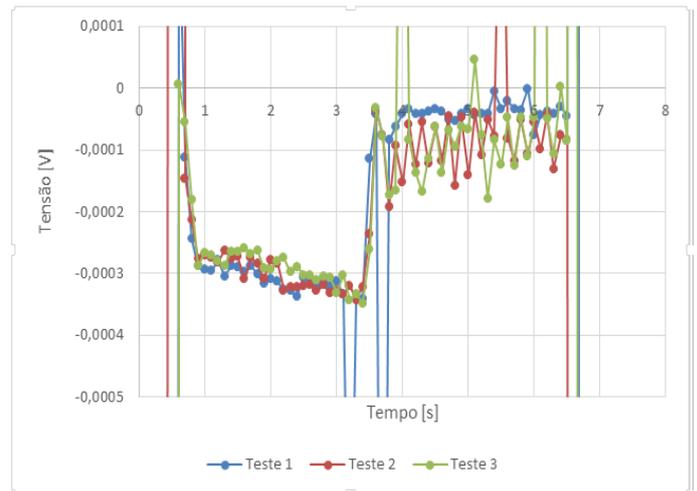


Figura 4. Tensão x tempo de aquisição para o macho de três filetes.

Com a equação de calibração e os valores de tensão, foram encontrados os valores de temperatura conforme a Figura (5).

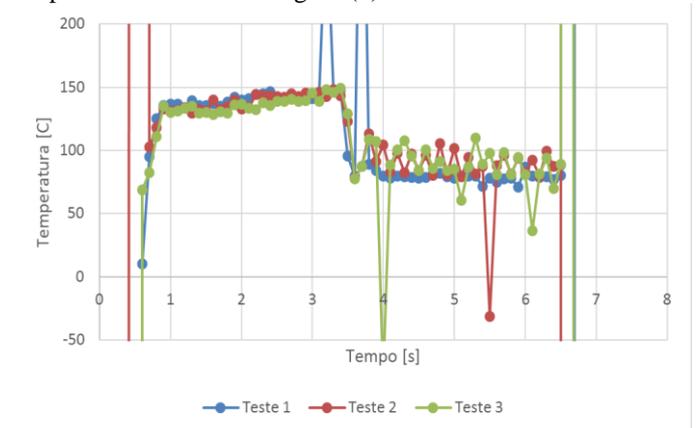


Figura 5. Temperatura x tempo de aquisição para o macho de três filetes.

A partir das médias das temperaturas máximas dos testes, das réplicas e das tréplicas de cada ferramenta, foram traçados os gráficos comparativos apresentando os respectivos desvios padrões. O tempo para alcançar a temperatura de trabalho foi pequeno e quando alcançou está se manteve estável. A temperatura de retorno diminui, mas seu valor considerável é devido ao aquecimento do material mais o resultado do atrito do macho de corte com o material da peça no retorno.

A Figura (6) mostra as médias de temperatura para cada filete do macho de corte. As temperaturas para um e dois filetes são mais baixas do que para três, quatro e cinco filetes. Pereira [7], mostra que as forças e a profundidade de corte para o primeiro filete são muito pequenas ou inexistentes e para dois filetes tanto a profundidade quanto a força são consideravelmente menores do que para o restante dos filetes. O terceiro filete possui maior profundidade de corte e maior parcela da força total necessária para rosquear a parte cônica do macho, isso explica a tendência em ter uma maior

temperatura. Já o quarto e quinto filete têm valores de força e profundidades similares, maiores que o segundo e menores que o terceiro, e isso corrobora para a temperaturas se manterem constantes.

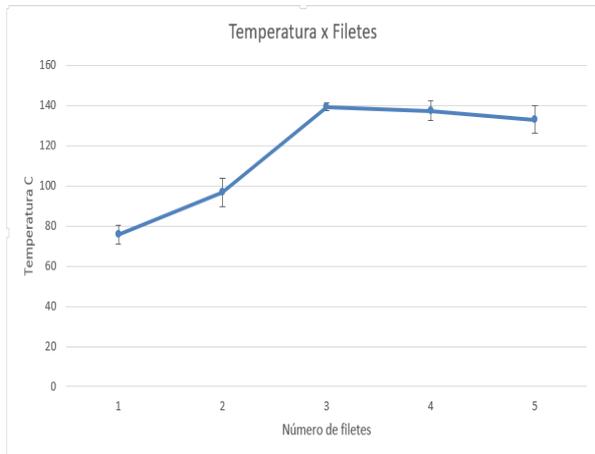


Figura 6. Comparativo das médias de temperatura com o aumento do número de filetes

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como propósito principal estudar e analisar o comportamento e a influência da temperatura no rosqueamento interno com macho de corte filete a filete. Através desse estudo, foi levantada a curva que relaciona a tensão obtida no termopar ferramenta/peça com a temperatura atingida durante o processo de rosqueamento, sendo possível determinar a temperatura máxima alcançada por cada filete separadamente.

Os resultados obtidos neste trabalho levam a concluir que:

- O comportamento da temperatura está ligado à profundidade de cada filete, que não é constante ao longo da parte cônica do macho de corte, e a força de corte.
- A partir do terceiro filete a temperatura estabiliza.

REFERÊNCIAS

1. MACHADO A. R., ABRÃO A.M., COELHO R.T., Da SILVA M.B. “Teoria da Usinagem dos Materiais”, 2009.
2. FERRARESI, D. “Fundamentos da usinagem dos metais”. 9. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1995
3. AMAREGO, E. J., & MARILYN, N. P. “Predictive Cutting Models for the Forces and Torque in Machining Tapping with Straight Flute Taps”, 2002.
4. STEPHENSON, D. A. Tool-work thermocouple temperature measurements - theory and implementation issues, Journal of Engineering for Industry, 1993.
5. GOTTWEIN, K., “Die Messung der Schneiden Temperatur beim Abdrehen von Flusseisen”, Maschinenbau, 1925.
6. GGD METALS. Propriedades do aço SAE 1045 www.ggdmetals.com.br/produto/sae-1045/

7. PEREIRA, I.C., Da SILVA M.B. “Comparação Entre os Processos de Rosqueamento Interno por Usinagem e Laminação”, 2014.

REPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.